

Fp-14140  
3/19/11

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-147936

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

H 02 K 21/00  
11/00  
21/14

識別記号

庁内整理番号

7154-5H  
A-7829-5H  
G-7154-5H

⑭ 公開 昭和62年(1987)7月1日

審査請求 未請求 発明の数 5 (全12頁)

⑮ 発明の名称 電気回転装置

⑯ 特 願 昭61-299822

⑰ 出 願 昭61(1986)12月15日

優先権主張 ⑱ 1985年12月18日 ⑲ 米国(US) ⑳ 810968

⑳ 発 明 者 フレデリック ブリツ アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サン ペドロ スト  
グス マツカーティ ーウッド コート 1366

㉑ 出 願 人 ザ ギヤレット コー アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90009 ロス アン  
ボレーション ジェルス セバルベータ ブーラバード 9851

㉒ 代 理 人 弁理士 高山 敏夫

明 細 書

1. 発明の名称

電気回転装置

2. 特許請求の範囲

1. 交互に配列された高および低磁気抵抗の磁極を包有する複数の磁極を有したロータと、多相に巻線が装着され出力電圧を発生するステータと、ステータ上に配設されロータ上の複数の磁極に対し可変の制御磁束を与えて出力電圧を変化させる電圧変化装置とを備えてなる、ステータがロータの周部に配設されていてロータが回転されるとき出力電圧が発生可能な電気回転装置。

2. 電圧変化装置には制御コイルへ供給される直流電流に比例して制御磁束を発生する制御コイルと、複数の磁極を通る制御磁束の磁気回路を形成する強磁性材のフレームとが包有されてなる特許請求の範囲第1項記載の電気回転装置。

3. エヤギャップに半径方向に配設された高磁気抵抗の磁極を有してなる特許請求の範囲第2項記載の電気回転装置。

4. フレームにより、ステータおよび複数の磁極を有するロータを通る制御磁束の磁気回路が構成されてなる特許請求の範囲第3項記載の電気回転装置。

5. エヤギャップに軸方向に配設された高磁気抵抗の磁極を有してなる特許請求の範囲第2項記載の電気回転装置。

6. 高磁気抵抗の磁極が永久磁石でなる磁極であり、低磁気抵抗の磁極が強磁性材でなる特許請求の範囲第1項記載の電気回転装置。

7. 交互に配列された高および低磁気抵抗の複数の磁極を包有するロータと、多相に巻線が装着され出力電圧を発生するステータと、ステータに配設されロータ上の複数の磁極に対し可変の制御磁束を与え出力電圧を変化させる電圧変化装置と、強磁性材のフレームと、ロータを貫通する強磁性材のシャフトとを備え、電圧変化装置の電圧制御コイルにより制御コイルに供給される直流電流に比例する制御磁束を発生し、出力電圧が制御磁束に応じて変化可能に設けられ、且フレームにより

シャフト、ロータおよびステータを通る制御磁束の磁気回路が構成されてなる、電気回転装置。

8 高磁気抵抗の磁極が永久磁石でなる磁極であり、低磁気抵抗の磁極が強磁性材でなる磁極である特許請求の範囲第7項記載の電気回転装置。

9 永久磁石の磁極が高磁気エネルギー材料で作られてなる特許請求の範囲第8項記載の電気回転装置。

10 高磁気エネルギー材料がサマリウム-コバルト、並びにネオジム-鉄-ボロンの一である特許請求の範囲第9項記載の電気回転装置。

11 ロータが強磁性材のヨークと、ヨーク上に装着される永久磁石とを包有し、永久磁石間におけるヨークの突出部が磁極をなしてなる特許請求の範囲第7項記載の電気回転装置。

12 一端部および他端部に夫々第1および第2の組の磁極を有する永久磁石を含むロータと、ロータの一端部の第1の組の磁極の周囲に配設される第1の多相巻線コアとロータの他端部の第2の組の磁極の周囲に配設される第2の多相巻線コアと

13 ステータの第1の多相巻線がステータの第2の多相巻線から電気角180度変位されてなる特許請求の範囲第13項記載の電気回転装置。

17 多相に巻線が巻装された第1のステータと、多相に巻線が巻装された第2のステータと、一端部に第1の組の磁極が且他端部に第2の組の磁極が具備されたロータと、制御コイルに供給される直流電流に比例する制御磁束を発生する電圧の制御コイルと、第1のステータ並びに制御コイルおよび第2のステータを出流する強磁性材の筒状のフレームとを備え、第1のステータの巻線が第2のステータの巻線に対し出力を送出するように電気的に接続され、第1および第2の組の各磁極が交互に配列された永久磁石の高磁気抵抗の磁極と低磁気抵抗の磁極とでなり、第1の組の磁極が第1のステータ内に且第2の組の磁極が第2のステータ内に夫々配設され、電気出力がロータの回転時に送出可能に設けられ、制御コイルは第1および第2のステータ間に且ロータの周部に配設され、フレームにより第1および第2の組の磁極を通る

を有したステータと、ステータ上の第1および第2の多相巻線コア間に装着され供給される直流電流に比例した制御磁束を発生する電圧の制御コイルとを備え、第1および第2の各組の磁極は夫々交互に配列された永久磁石でなる高磁気抵抗の磁極と低磁気抵抗の磁極とでなり、第2の多相巻線コアが第1の多相巻線コアに電気的に接続されてなる電気回転装置。

12 第1の組の永久磁石でなる高磁気抵抗の磁極が第2の組の永久磁石でなる高磁気抵抗の磁極と軸方向において一直線上に配列されてなる特許請求の範囲第12項記載の電気回転装置。

14 第1の組の永久磁石でなる高磁気抵抗の磁極が第2の組の低磁気抵抗の磁極と軸方向において一直線上に配列されてなる特許請求の範囲第12項記載の電気回転装置。

15 ステータの第1の多相巻線がステータの第2の多相巻線と軸方向において一直線上に配列されてなる特許請求の範囲第13項記載の電気回転装置。

制御磁束の磁気回路が構成され、出力電圧が制御磁束に応じて変位可能に設けられてなる電気回転装置。

18 第1および第2の組の磁極は、永久磁石による第1の組の磁極が第2の組の磁極と第1のステータの巻線から第2のステータの巻線へ直線状に延びる導線と合致するように配設されてなる特許請求の範囲第17項記載の電気回転装置。

18 第1のステータの巻線からの導線が第2のステータの巻線へ、巻線を受容するスロットの1スロット分変位して配設されてなる特許請求の範囲第18項記載の電気回転装置。

20 第1の組の磁極が巻線を受容するスロットの1スロット分変位して配設されてなる特許請求の範囲第18項記載の電気回転装置。

21 第1および第2の組の磁極は、永久磁石による第1の組の磁極が永久磁石による第2の組の磁極と且第1の組の永久磁石間の磁極が第2の組の永久磁石間の磁極と夫々第1のステータの巻線から第2のステータの巻線へ電気角で180度、変位

されてなる特許請求の範囲第17項記載の電気回転装置。

22. 第2の組の永久磁石間の磁極と一直線上に配列される第1の組の永久磁石間の磁極が強磁性材で作られた単一部材でなる特許請求の範囲第21項記載の電気回転装置。

23. 永久磁石を含むロータと、ロータと連係されロータが回転するとき出力電圧を発生する多相巻線のステータと、ステータと連係されステータの出力電圧を制御する出力電圧制御装置とを備え、ロータには半径方向外向きに互いに反対方向へ突出し磁極となる一対の突出部を有した強磁性材のヨークと、ヨークの周部且実質的にヨークの突出部間に対向して配設された一対の永久磁石と、実質的に隣接する永久磁石とヨークの突出部間に配設され非強磁性且導電性の材料で作られた複数のダンパーと、永久磁石、ヨークの突出部並びにダンパーを囲繞する保持用のフープとが包有されてなる電気回転装置。

24. 出力電圧制御装置がステータに配設され永久

磁石を含むロータに可変の制御磁束を与える制御コイルでなる特許請求の範囲第23項記載の電気回転装置。

25. 制御コイルがヨークの少なくとも一部に対し並置して多相巻線ステータの一端部に装着されてなる特許請求の範囲第24項記載の電気回転装置。

26. 多相巻線ステータがロータと同心に配設されてなる特許請求の範囲第23項記載の電気回転装置。

27. 多相巻線ステータがロータに対し軸方向において一直線に合致されてなる特許請求の範囲第23項記載の電気回転装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (産業上の利用分野)

本発明は出力電圧を発生する電気回転装置、特に永久磁石を含むロータを備え広範囲に出力電圧を変化させて発生可能なコンパクトで構成が簡潔な電気回転装置に関する。

#### (従来の技術)

電気回転装置の一としての発電機は励磁式また

はロータに具備される磁極式の、基本的には2つ即ち電磁式と永久磁石式に分類される。一般に電磁式の発電機は、ロータに配設される界磁コイルに直流電流を供給して励磁するように設けられ、ブラシおよびスリップリングを介し通常ロータの界磁コイルに界磁電流が供給され得るように構成される。この場合ブラシを用いる発電機は、摩擦による部品交換などの保守が必要であり、近年ブラシレスにすることが望まれていた。

電磁式発電機においてブラシレス構成をとるには、ロータに励磁電機子により付勢される半導体整流器などの装置および固定コイルを付設して固定コイルの直流励磁電流により定常場を発生せしめる構成がとられ得る。この電磁式発電機の利点は発電機の交流出力電圧が容易に変更可能である点にある。この利点は発電機の速度若しくは負荷変化あるいは温度変化を補償するため出力電圧を正確に制御する必要がある場合に特に有効である。

一方永久磁石式発電機は、ロータに磁極をなす永久磁石が装着される。永久磁石式発電機のロー

タは構成が簡潔でコンパクトであり巻線がないので、巻線を用いた際に生じるような熱および構造上の問題を回避でき、且構造上ブラシが不要となる利点がある。

#### (発明が解決しようとする問題点)

上述のブラシレスの電磁式発電機においては、ブラシレスになすため構成が極めて煩雑になり高価になる上、外寸も大きなものになっていた。またロータに巻線を装着するため巻線から発熱し勝ちであり、また半導体整流器並びに固定コイルを付設するからこれに相応して磁気回路が長くなり、磁気効率が悪くなる上、重量が大となる問題があった。

一方、永久磁石式発電機においては励磁力がロータに用いる永久磁石の特性によつて決まるため、出力電圧を広範囲に変化させることが極めて至難であつた。これに対し永久磁石発電機の出力電圧を制御する構成も提案されているが、やはり構成が大巾に複雑化し、重量も大巾に増大する問題があつた。

更に詳述するに例えば永久磁石式発電機において出力電圧を小巾(約15~20%)に変化する程度であれば、強磁性部の磁気回路の一部を飽和あるいは分路させる電気回路を用いることにより実現できようが、出力電圧を大巾に変化させる必要がある場合(例えばロータの速度を2倍に変化させる場合)は、永久磁石のステータに対する磁気結合度あるいは永久磁石とステータとの相対的な磁気結合度を機械的に変化させる調整構成が採用されていて、構成を複雑化させるものになっていた。

この調整構成をとる場合固有の励磁磁束を減少させて増大させない機械的若しくは電気的素子を付設する必要がある、発電機の効率対重量の比が大巾に低下され、且製造費および経済性が大巾に増大するものとなっていた。

しかして本発明は永久磁石式発電機と電磁式発電機の双方の利点を持ち、出力の電圧の調整を実現する構成をとり、且外寸および重量を最小限にすると共に作動効率がよく経済性も高い発電機

および大きさを变化させることにより变化され得、出力電圧が大巾に変化され得る。このとき制御磁束(制御コイルによつて与えられる励磁力による)がロータによつて円滑に与えられ得る。

また交互に配列される複数の磁極を有したロータは磁氣的に非対称をなし得るので、制御コイルによる電磁励磁力を利用でき、また永久磁石による高磁気抵抗の磁極により低磁気抵抗の磁極が励磁されて形成され得、且また制御コイルによる電磁励磁により、永久磁石でなる磁極における磁束が電磁励磁による低磁気抵抗の磁極の磁束変化に比べ極めて小巾に変化され得る。

#### (実施例)

第1図に本発明の一実施例の電気回転装置が示されており、当該電気回転装置のロータ20はステータ22の内側において回転可能に装着される。ステータ22には周知の多相巻線ステータをなす左ステータコア24と右ステータコア26とが包有される。左、右のステータコア24、26は実質的に円筒形にされ(一方の左ステータコア24の

如き電気回転装置を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明によれば、ブラシレスにされた上永久磁石式と電磁式との双方の励磁方式(このような励磁方式を混成励磁方式とも呼ぶ)が併用される、即ち磁気分路を介し好ましくは互いに近接して連絡され、且交互に配列された高および低磁気抵抗の磁極を包有する複数の磁極を有したロータを備え、ステータの端部間には電磁式発電機に用いられるような界磁コイル即ち制御コイルが配設され、制御コイルはロータと同軸にボビンに巻装され、出力電圧を変化させるよう機能するように設けられ、且強磁性材で作られ実質的に筒状のフレームが2つのステータを囲繞すると共に、制御コイルを介し各構成部品間の磁束交鎖を変化させる磁束分路をなすように設けることを特徴とする電気回転装置が提供され、上記の目的が達成される。

(作用)

上述のように構成された混成励磁式の発電機において励磁磁束が制御コイルを流れる電流の方向

断面が示された第2図参照)、半径方向内側へ延び且断面がI字状の一連の歯部28が具備されており、当該歯部28間には巻線30を収納するスロットが形成される。例えば第1図および第2図に示す電気回転装置においては24個の歯部28間に24個のスロットが形成されている。また図示の電気回転装置は4極式に形成されているが、4極以外の他の電気回転装置にも適用し得る。

また左、右ステータコア24、26は夫々第1A図に示すような通常複数のスチール積層板からなる積層体34で形成される。巻線30自体は当業者に周知であり、図面には示されていないが、巻線30と左、右ステータコア24、26との間および歯部28間の各スロットに収容される巻線間30には絶縁が施こされる。

図示の実施例では巻線30が左、右ステータコア24、26間において直線状に延設されている。また巻線30は左、右ステータコア24、26間を機械的に直線状にせず配線することもできる。且左、右ステータコア24、26の巻線30は電気

回転装置の構成を簡素化したい場合など電気回転装置の外部においても接続可能である。

左、右ステータコア24、26はロータ20の軸線と同軸配設され、且制御コイル40を収納するボビン42の配設に必要な空間を狭して互いに離間されて装着される。ボビン42は非磁性且非導電性の材料、好ましくはトーロン(Torlon)のような耐高温性の工業プラスチックで作られており、左、右ステータコア24、26間に挟着される。ボビン24の内径は左、右ステータコア24、26間を延びる巻線30と制御コイル40とが相互干渉を生じないように充分大にされる。

制御コイル40は、ボビン42上にロータ20の軸線に対し円周方向に巻装されると共に、制御コイル40に対して大きさと方向とが可変の直流制御電流が供給可能に設けられていて、制御磁束を発生する。第6図には簡略に制御コイル40の半部の起磁力 $F_c$ を示してある。更に強磁性材で作られ円筒形のフレーム44により左ステータコア24、制御コイル40および右ステータコア26

を囲繞することによつてステータ22が組立てられ得る。このフレーム44は磁気回路を形成するよう機能する。

一方ロータ20の2つの永久磁石ロータ部が包有され、この2つの永久磁石ロータ部は共通の単一フレームをなす強磁性材のヨーク50上に装着される。特に第1図および第3図～第5図に示されるロータ20は、2組の高磁気エネルギー材料で作られ高磁気抵抗の永久磁石でなる磁極とこれと交互に配設される2組の低磁気抵抗の磁極とを有している。このように高磁気抵抗と低磁気抵抗の磁極とを交互に配設した構成をとることは、後述するように本発明の電気回転装置の動作上有意である。永久磁石をなす高エネルギー材料としてはサマリウム-コバルトあるいはネオジウム-鉄-ボロン合金を用い得る。

更に詳述するに図示のロータ20は2つの4極ロータ部が共通のヨーク50上に装着される。この各ロータ部は制御コイル40を介し分離される左、右ステータコア24、26に対応して分離され

ている。また2つのスタブ52、54がヨーク50の両端部に回転可能に付設される(第1図参照)。第1の対の永久磁石56、58はフレーム50の一端部に、且第2の対の永久磁石60、62はフレーム50の他端部に夫々装着され、また永久磁石間には磁極が形成される。即ち永久磁石56、58間には磁極64、66が、且永久磁石60、62間には磁極68、70が夫々形成される。

且またロータ20内には導電性を持つと共に非強磁性材料で作られたダンパバーが配設される。即ち、ダンパバー72が永久磁石56と磁極64との間に、ダンパバー74が永久磁石56と磁極66との間に、ダンパバー76が永久磁石58と磁極64との間に、またダンパバー78が永久磁石58と磁極66との間に夫々配設される。この場合4個の同様のダンパバー(図示せず)がフレーム50の他端部側において永久磁石60、62と磁極68、70との間に配設されている。

第1の対の永久磁石56、58、磁極64、66、ダンパバー72、74、76、78、およびロータ20

の一端部(第1図では左端部)は非強磁性材で作られた保持用フープ80の一端部(第1図では左端部)により囲繞される。第2の対の永久磁石60、62、磁極68、70、他の4個のダンパバー(図示せず)およびロータ20の他端部(第1図では右端部)は保持用フープ80の他端部(第1図では右端部)により囲繞される。

更に本発明の電気回転装置のダンパリングを用いて永久磁石56、58、60、62がロータ20上を軸方向に移動することが防止される。即ちダンパリング84がロータ20の一端部に、ダンパリング86がロータ20の他端部に夫々装着される。且別の2個のダンパリング(図示せず)を用いて永久磁石56、58、60、62がロータの中央部に向つて軸方向に移動することを阻止するように設けることもでき、またダンパスペーサを使用して、好適な実施態様においては、更に2個のダンパリング(図示せず)の代りに4個のダンパスペーサ88、90、92、94が使用され、このときダンパスペーサ88、90、92、94相互は互い

に当接されることが好ましい。ダンパー、ダンパリング、ダンパスベータはすべてアルミニウムのような高導電性を示す非磁性材料で作られる。

上述の構成では一のフープ80によりダンパスベータ88, 90, 92, 94が被覆されているが、ダンパスベータ88, 90, 92, 94の代りに2個のダンパリング(図示せず)が用いられる場合ロータ20の両端部を被覆するため単一のフープ80の代りに2個のフープを用いる。

本発明による電気回転装置の動作の理解に当つて、ロータ20の磁極64, 66, 68, 70により、制御コイル40からの磁束の磁気回路の磁気抵抗が低下される点に留意する必要がある。一方永久磁石56, 58, 60, 62でなる磁極により極めて高い磁気抵抗(實質的に何も存在しない空間と同様)が与えられる。従つて制御コイル40により形成される制御電磁場により、永久磁石の磁束が磁極における磁束変化に比べ極めて小巾に変化せしめられ得る。また制御コイル40により生じた制御磁束はヨーク50, フレーム44を介しロー

タ20の各磁極へ通る。

上記のように磁気抵抗が交互に且高低に変化されることにより、制御磁束の方向が永久磁石の磁極および永久磁石間に形成される磁極における磁束の方向と同一であるので、励磁発電機の出力電圧を制御し得る。即ち磁気抵抗が高値に変化する領域における制御磁束の大きさの差により出力電圧が変化せしめられる。第6図に第1図の電気回転装置の磁気回路が示されているが、本磁気回路において、 $R_M$ は永久磁石56, 58, 60, 62の一定の固有(一定な)の磁力、 $R_L$ は負荷電流の(可変の)波磁力、 $R_0$ は制御コイル40の半部の(可変の)磁力、 $\phi_M$ は磁極の(小巾に可変の)磁束、 $\phi_L$ は磁極64, 66, 68, 70の(大巾に可変の)磁束、 $\phi_0$ は制御コイル40の(可変の)磁束、 $R_0$ は磁極64, 66, 68, 70の磁気抵抗(ほぼ零)であり、 $R_{LM}$ と $R_{LP}$ はステータコア、歯部、エヤギャップ、フープおよびヨークの等価磁気抵抗で磁束 $\phi_M$ および $\phi_L$ の非線形函数であり、 $R_M$ は永久磁石56, 58, 60, 62の(一定)磁気抵抗、および

$R_R$ と $R_S$ は夫々ロータ分路とステータ分路の磁気抵抗(夫々ほぼ零)である。

第6図においては永久磁石と永久磁石間の磁極との間の部分のロータ20から制御コイル40を経てステータ22へ流れる磁気回路の漏洩は無視してある。第7図には第6図の制御磁束 $\phi_0$ に対する起磁力 $F_0$ 並びに磁束 $\phi_M$ の関係を表に示してある。表中、 $V$ は電気回転装置の出力電圧、 $V_{PM}$ は永久磁石による固有の出力電圧であり、磁気抵抗 $R_P$ 、 $R_R$ および $R_S$ は $R_M$ 、 $R_{LM}$ および $R_{LP}$ に対し無視しうる。

第8A図～第8D図には電気回転装置の一側部(第1図の左半分)の制御磁束 $\phi_0$ に対するエヤギャップにおける磁束密度の関係が示される。この場合も磁極間の漏れ磁束は無視しており、また磁気分路をなす磁性材料、例えば鉄材の面積は漏れ磁束および制御磁束を飽和することなく通過させるに充分大にされている。またコイルが基準の電圧波を持つ電線に対し直列に接続されるとき永久磁石の磁極上のコイルに誘起される高調波はすべて

永久磁石間の磁極上のコイルに誘起される高調波に対し180度位相がずれていて、二次高調波はステータの巻線内で無効にされることになる。第9図にはロータ20の最大磁束が交錯する位置でのロータの磁極とステータの巻線との関係が示される。

本発明による電気回転装置においては出力電圧が所定の速度で且広い範囲で変化し得る。また制御磁束を変えて所定の出力電圧に維持し且ロータの回転数を広い範囲で変化することもできる。

第10図および第11図に本発明の他の実施例の電気回転装置が示されており、当該電気回転装置には強磁性材で作られたヨーク150を有するダブルロータ120が示されている。このダブルロータ120も図面において4極ロータとして示してあるが、4極以外のロータにも適用できることは理解されよう。永久磁石156, 158はダブルロータ120の一端部(第11図においては左端部)に配設され、永久磁石156, 158の磁極は半径方向に向つて同一の極性が向けられており、本実施例に

において磁極は半径方向最外部が8極となるように配設される。また永久磁石156, 158間の中間部には磁極164, 166が配設される。

一方第11図から明らかなように、磁極164, 166はロータ120の長手方向に延びる強磁性材のヨーク150の一部に具備される。即ちヨーク150の一端部および他端部(FIG. 11における左端部および右端部)に磁極164, 166が形成される。ロータの他端部の2つの永久磁石160, 162(永久磁石162は図示せず)は夫々永久磁石156, 158に対し軸方向に一直線上に合致するように配設される。

永久磁石160, 162の磁極の磁束は半径方向において同方向に向うが、永久磁石156, 158の磁束方向とは逆にされる。また本実施例において永久磁石160, 162はその半径方向外側の磁極がNになるように配設される。且永久磁石160, 162間のロータ120の長手方向に延びるヨーク150には磁極168, 170(170は図示せず)が具備される。

は図示せず)が具備される。一方第3図ないし第5図の実施例におけるフープ80と同様、非強磁性材の保持用のフープ180がヨーク150、永久磁石156, 158, 160, 162およびダンパバー172, 174, 176, 178の外周部に周設される。

本実施例によるダブルロータ120はその製造が上述の実施例のロータ20(特に第3図〜第5図参照)より更に簡単化され得る。また制御磁束の到達距離はロータ20に比べて短くなるが、制御磁束をより広範に各部に到達せしめることができる。且またダブルロータ120の剛性を十分に増大し得る。

ダブルロータ120の磁極相互は電気角で180度(4極電気回転装置における機械角90度)まで変位されることなく位置せしめられており、且ステータの巻線が好適に変位させて配線される。即ちステータの巻線は第9図に示すように左、右ステータコア間を軸方向に直線状に配線されることなく、電気角で180度変位されたスロットに収納されるようずらして配線される。このダブルロー

ーク150の磁極164, 166を形成した部分、即ち各端部には軽量化を図るための空間196, 197が具備されており、この空間196, 197を具備させてもダブルロータ120の磁気抵抗に影響はない。同様にヨークの磁極168, 170を具備する部分の両端部にも空間(図示せず)が形成される。

ダンパバー172は永久磁石156と磁極164との間に、ダンパバー174は永久磁石156と磁極166との間に、ダンパバー176は永久磁石158と磁極164との間に、またダンパバー178は永久磁石158と磁極166との間に夫々配設される。第10図に示すダンパバー172, 174, 176, 178は第3図に示すダンパバー72, 74, 76, 78の構成と同様に交互に配設され且全く同一の機能を持つ。

ダンパリング184, 186が夫々ロータ120の一端部および他端部に夫々配設される。またダンパスペーサ188が永久磁石156, 160の間に、またダンパスペーサ192(図示せず)が永久磁石158, 162の間に夫々配設される。ダンパスペーサ188, 192には軽量化を図るため空間198, 199(199

は図示せず)が具備される。一方第3図ないし第5図の実施例におけるフープ80と同様、非強磁性材の保持用のフープ180がヨーク150、永久磁石156, 158, 160, 162およびダンパバー172, 174, 176, 178の外周部に周設される。

またダブルロータ120におけるヨーク150は第3図〜第5図の実施例のロータ20におけるヨーク50より磁性材料、例えば鉄の量が少なくて済む。永久磁石から生じた磁束は軸方向に磁束を円滑に通過させる寸法に設けた鉄材料内を流れる。一方永久磁石の8極から生じた磁束は永久磁石のN極からの磁束により相殺され、且永久磁石間の磁極の軸方向の長さが短かくされると共にその端部は例えば空間196, 197を設けることによりテーパ付けされ軽量化が図られる。これによりダブルロータ120の重量に伴う慣性力が低減される。

スロットに高調波を生ずることおよびコツギングを抑制するためスロットを傾けて形成する筈もない。換言すれば巻線を収容するスロットを傾け

ることなく、電気角180度の位置から変位量を減少することにより同様の作用が得られる。この場合当該変位量は一スロット分にすることが好ましい。同様の構成は第1図～第5図の実施例の電気回転装置に対しても採用でき、またこの変位はステータ並びにロータの任意の一方に対し実施できる。

再び第6図を参照するに、磁気回路において左および右半部は対称をなすから点A、Bは等電位になつていて、実質的に低磁気抵抗における磁力線を介していわば接続状態となり回路設計が容易である。しかし更に第13図ないし第16図に断面図で示される電気回転装置が提供される。

第13図および第14図に示す電気回転装置は半径方向にエヤギヤツプを有する構成をとるものでロータ220およびステータ222を備える。ステータの巻線230はコア224内に巻装され、制御コイル240はボビン242に巻装される。制御コイル240を巻装したボビン242は強磁性材でなるフレーム244上に支承され、半径方向内向きに延びる

フレーム244により、ロータ220の一部をなす強磁性材のヨーク250の一部およびコア224が囲繞される。

ヨーク250はロータ220結体が回転可能になるようにシャフトのスタブ262に装着される。一對の永久磁石256、258がヨーク250上に装着され、ヨーク250の永久磁石256、258の間には磁極264、266が形成される。ダンパバー272が永久磁石256と磁極264との間に、ダンパバー274が永久磁石258と磁極266との間に、ダンパバー276が永久磁石258と磁極264との間に、またダンパバー278が永久磁石258と磁極266との間に夫々配設される。ヨーク250、永久磁石256、258およびダンパバー272、274、276、278の外周部には保持用のフープ280が周設されてロータ220が組立てられる。この場合第13図および第14図の実施例の装置は、制御コイル240およびフレーム244の構成が異なる点を除けば永久磁石および磁極が半径方向に配設される、上述の実施例と近似の電気回転装置といえる。

第15図および第16図の電気回転装置は軸方向にエヤギヤツプを有する構成をとるものであり、ロータ320およびステータ322を備えている。ステータの巻線330はコア324に巻装され、制御コイル340はボビン342に巻装される。制御コイル340を巻装したボビン342はコア324のロータ320に対し反対側部に配設された強磁性材のフレーム344に支承される。フレーム344は半径方向内向きに延び、強磁性材のシャフト349の一部を囲繞している。

一方強磁性材のヨーク350がロータ320の結体がシャフト349に回転可能になるように装着される。一對の永久磁石356、358がダンパケース372内且フレーム350上に装着される。また永久磁石356、358間には磁極364、366が配設される。且またダンパケース372により永久磁石356、358および磁極364、366が囲繞されており、更にダンパケース372の周部に保持用のフープ380が配設される。制御コイル340およびフレーム344の構成が異なる点を除けば、第15図および

第16図の実施例の装置も、上述の実施例と近似の電気回転装置である。

#### (発明の効果)

上述のように構成された本発明によれば、励磁励磁発電機と永久磁石発電機の双方の利点を有する混成型の励磁発電機が提供され得ることが理解されよう。またブラシレスにし得、励磁発電機の出力度を所定の一定速度で広範囲にわたり可変にでき、また速度を可変にして出力電圧を一定に維持することも可能となる。しかし本発明の電気回転装置は構成が簡潔で動作効率が良好であり、経済性に富み、コンパクト且軽量にできる等々の顕著な効果を達成する。

本発明は図示の実施例に限定されず、特許請求の範囲に含まれる設計変更を包有することは理解されよう。

尚、上述の本発明の特徴を要約して以下に列記する。

1. ステータは多相に巻線が巻装された第1、第2ステータでなり、ロータには各端部に夫々第1



の複数の磁極と第2の複数の磁極とが具備され、第1のステータの巻線が第2のステータの巻線に対し出力電圧を与えるよう電気的に接続され、第1、第2の複数の磁極がヨークの突出部として設けられた低磁気抵抗の磁極とヨークに装着される永久磁石でなる高磁気抵抗の磁極との交互に配列された磁極でなり、第1の複数の磁極が第1のステータ内に且第2の複数の磁極が第2のステータ内に夫々配設されてなる電気回転装置。

2. 電圧変化装置には、制御コイルに供給される直流電流に比例する制御磁束を発生する第1、第2の制御コイルと、第1のステータ並びに第1および第2の制御コイルを囲繞する強磁性材のフレームとが包有され、第1、第2の制御コイルは第1および第2のステータ間且ロータの周囲に配設され、ヨークにより第1および第2の複数の磁極を通る制御磁束の磁気回路が構成され、出力電圧が制御磁束に応じ変化可能に設けられてなる上記第1項記載の電気回転装置。

3. 複数の磁極を有するロータと、多相に巻線が

を有したステータと、ステータの第1および第2の多相巻線コア間に装着され供給される直流電流に比例した制御磁束を発生する電圧の制御コイルとを備え、ロータには半径方向外向きに互いに反対方向に突出し磁極となる一対の突出部を有し強磁性材で作られたヨークと、ヨークの周部且実質的に突出部間に対向して配設される一対の永久磁石と、実質的に互いに隣接する永久磁石とヨークの突出部間に配設され非強磁性且導電性の材料で作られた複数のダンパバーと、永久磁石、ヨークの突出部並びにダンパバーを囲繞する保持用のフープとが包有され、第2の多相巻線コアが第1の多相巻線コアと電気的に接続されてなる電気回転装置。

6. 永久磁石を含むロータと、ロータの一端部の周部に配設された第1の多相巻線コアとロータの他端部の周部に配設された第2の多相巻線コアとを有したステータと、ステータの第1および第2の多相巻線コア間に装着され、供給される直流電流に比例した制御磁束を発生する電圧制御コイル

巻装されたステータと、ステータに装着され制御コイルに供給される直流電流に比例する制御磁束を発生する制御コイルと、制御コイルにより発生される制御磁束の磁気回路を構成する強磁性材のフレームとを備え、複数の磁極は交互に配列された永久磁石による高磁気抵抗の磁極と低磁気抵抗の磁極とでなる電気回転装置。

4. 多相に巻線が巻装されたステータを形成する工程と、交互に永久磁石による複数の高磁気抵抗の磁極と低磁気抵抗の磁極とを配列したロータをステータ内に回転可能に配設する工程と、ステータ上の制御コイルに直流電流を与えてロータの磁極に一定の磁束を与え、制御コイルに供給する直流電流を変化させることによりロータの磁極に与えられる制御磁束を変化させて出力電圧を変化させる工程とを包有してなる、出力電圧が可変の電気回転装置を製造する方法。

5. 永久磁石を含むロータと、ロータの一端部の周部に配設される第1の多相巻線コアとロータの他端部の周部に配設される第2の多相巻線コアと

とを備え、第2の多相巻線コアが第1の多相巻線コアに電気的に接続されてなる電気回転装置。

7. 軸方向に延びる強磁性材のシャフトを有した永久磁石を含むロータと、シャフトの他端部の外周部に配設される多相巻線ステータと、ステータ上にロータと対向して装着されロータに対し可変の制御磁束を与える電圧の制御コイルとを備え、ロータにはシャフトの一端部の周部に配設され半径方向外向きへ向つて互いに反対方向に突出し磁極となる一対の突出部を有した強磁性材のヨークと、ヨークの周部且ヨークの突出部間に対向して装着される一対の永久磁石と、実質的に互いに隣接する永久磁石とヨークの突出部間に配設され非強磁性且導電性の材料で作られたダンパバーと、永久磁石を囲繞する保持用のフープとが包有されてなる電気回転装置。

8. 多相巻線を有するステータにおいて交互に配列された永久磁石による高磁気抵抗の複数の磁極と低磁気抵抗の複数の磁極とを有するロータを回転する工程と、制御コイルに供給される直流電流

により一定の磁束をロータの各磁極に与える工程と、制御コイルに供給される電流を変えてロータの各磁極に与える制御磁束を変化させて電気装置の出力電圧を変化させる工程とを包有してなる電気装置の出力電圧を可変にする方法。

9. 多相巻線を有するステータと、ステータに対し回転可能に係合されロータが回転されるとき多相巻線から出力電圧を発生する永久磁石を含むロータとを備え、ロータには交互に配列された高および低磁気抵抗の複数の磁極が包有され、ステータにはロータの複数の磁極に対し可変の制御磁束を与える装置が装着されてなる永久磁石発電機。

10. 交互に配列された永久磁石でなる高磁気抵抗の複数の磁極と低磁気抵抗の複数の磁極とを有するロータと、多相巻線を装着したステータと、ステータに装着され、供給される直流電流に比例した制御磁束を発生する制御コイルと、制御コイルにより発生される制御磁束の磁気回路を構成する強磁性材のフレームとを備え、制御磁束がステータの軸方向全体に亘って付与されてなる電気回転

装置。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の電気回転装置の部分断面図、第1A図は同部分拡大断面図、第2図は第1図に対し90度回転した位置で切断した部分断面図、第3図～第5図は夫々同部分断面図、第6図は同電気回転装置の等価磁気回路、第7図は同電気回転装置の制御磁束 $\Phi_c$ に対する出力電圧 $V$ 、磁極の磁束 $\Phi_p$ 、制御起磁力 $F_c$ 、および永久磁石の磁束 $\Phi_m$ の関係を示す表、第8A図～第8D図は同電気回転装置の各種の制御磁束 $\Phi_c$ に対するエヤギャップにおける磁束密度を示す波形図、第9図は同電気回転装置のロータの最大磁束交錯時における永久磁石、永久磁石間の磁極およびステータの巻線の位置関係例を示す図、第10図、第11図は本発明の他の実施例の部分断面図、第12図は第10図の電気回転装置のロータにおける最大磁束交錯時の永久磁石、永久磁石間の磁極およびステータの巻線の位置関係例を示す図、第13図、第14図は本発明の他実施例の部分断面図、第

15図および第16図は本発明の他の実施例の部分断面図である。

20…ロータ、22…ステータ、24、26…ステータコア、28…歯部、30…巻線、34…積層体、40…制御コイル、42…ボビン、44…フレーム、50…ヨーク、52、54…スタブ、56、58、60、62…永久磁石、64、66、68、70…磁極、72、74、76、78…ダンパバー、80…フープ、84、86…ダンパリング、88、90、92、94…ダンパスペース、120…ダブルロータ、150…ヨーク、156、158、160、162…永久磁石、164、166、168、170…磁極、172、174、176、178…ダンパバー、180…フープ、184、186…ダンパリング、188、192…ダンパスペース、196、197、198、199…空間、220…ロータ、222…ステータ、224…コア、230…巻線、240…制御コイル、242…ボビン、244…フレーム、250…ヨーク、256、258…永久磁石、262…スタブ、264、266…磁極、272、274、276、278…ダンパバー、320…ロータ、

322…ステータ、324…コア、330…巻線、340…制御コイル、342…ボビン、344…フレーム、348…シャフト、350…ヨーク、356、358…永久磁石、364、366…磁極、372…ダンパパッケージ、380…フープ

特許出願人

ザ・ギヤレット・コーポレーション

代理人 弁理士 高山 敏夫

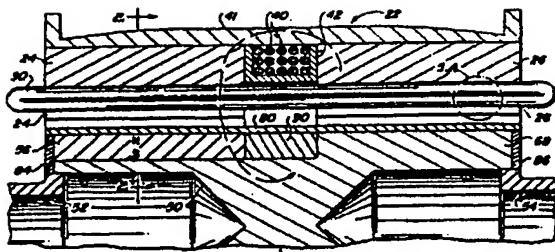


FIG. 1

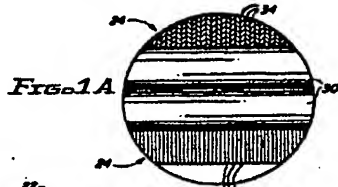


FIG. 1A



FIG. 2

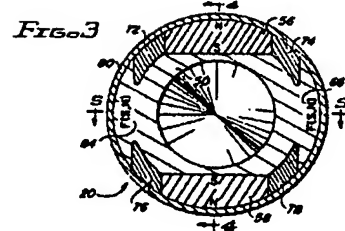


FIG. 3

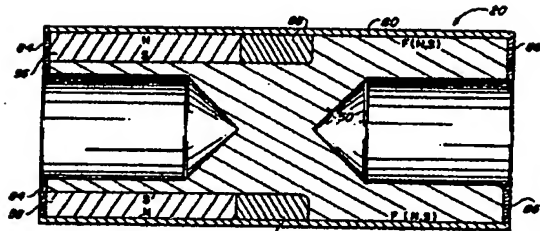


FIG. 4

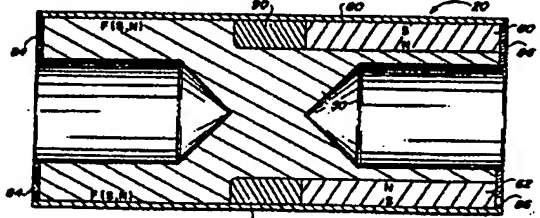


FIG. 5

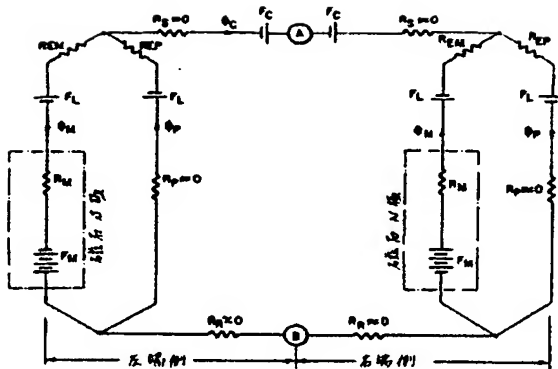


FIG. 6

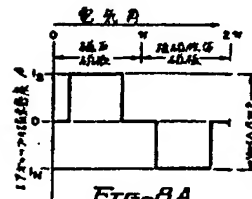


FIG. 8A

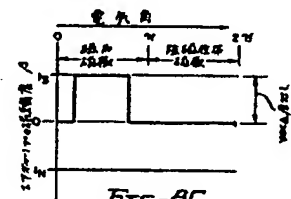


FIG. 8C

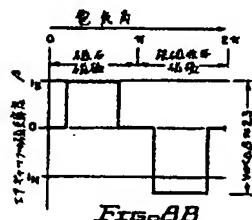


FIG. 8B

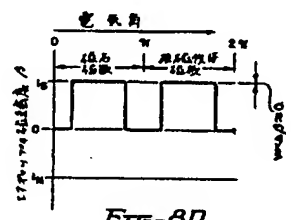


FIG. 8D

条件	制御電圧	起振力	磁石出力
$V > V_{th}, \theta_p = \theta_M$	$\theta_C = 0$	$F_C = \theta_M R_{ex} + F_L$	$\theta_M \cdot (F_M - 2F_L) / (R_{ex} + R_{ex} + R_M)$
$V > V_{th}, \theta_p = 1.3\theta_M$	$\theta_C = 3\theta_M$	$F_C = 1.3\theta_M R_{ex} + F_L$	$\theta_M \cdot (F_M - 2F_L) / (1.3 R_{ex} + R_{ex} + R_M)$
$V < V_{th}, \theta_p = 0$	$\theta_C = -\theta_M$	$F_C = F_L$	$\theta_M \cdot (F_M - 2F_L) / (R_{ex} + R_{ex})$
$V = 0, \theta_p = -\theta_M$	$\theta_C = -2\theta_M$	$F_C = -(\theta_M R_{ex} - F_L)$	$\theta_M \cdot (F_M - 2F_L) / (R_{ex} - R_{ex} + R_M)$

FIG. 7

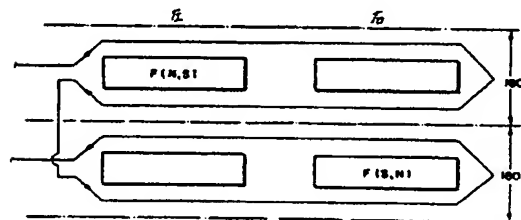


FIG. 9

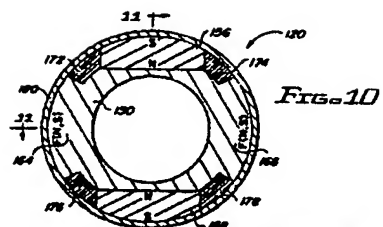


FIG. 10

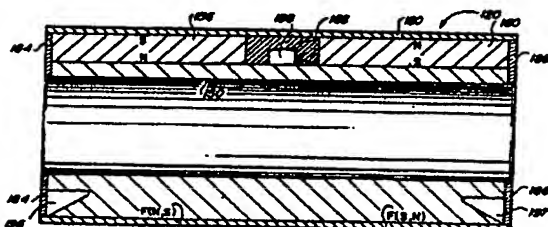


FIG. 11

